

EL AGUA Y LA LUCHA CONTRA LA POLUCION

(Del tópicó a la realidad)*

F. JOSA

Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.

La enfermedad repentina —que ha motivado una intervención quirúrgica— del doctor Benito Oliver Suñé, me lleva a ser yo quien habla y presente ritualmente al disertante, el doctor Ingeniero de Caminos don Fernando Josa y Castells. Deferencia —no buscada— que agradezco al Presidente.

F. Josa se encuentra otra vez entre nosotros para abordar de nuevo una cuestión de máximo interés sanitario, el de la lucha contra la impurificación de las aguas. Entonces, hace años, colaboró con Carlos Soler Dopff, Académico de los más recordados desde su muerte, tan inopinada.

Se trata, fundamentalmente, de un experto de la O.M.S., que viaja a menudo, en nombre de dicho importantísimo Organismo, a casi todos los lugares de la tierra.

Se trata, asimismo, de un funcionario —de un alto funcionario— de la Municipalidad barcelonesa. Se ocupa allí —más especialmente— de los problemas de la vialidad de la urbe.

Se trata, en fin, de un gran Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, que se viene dedicando sobremedida a las tareas que nos brinda la llamada salud ambiental, hoy candente.

Pertenece, además, a una dinastía —extensamente concebida— de médicos. Un antepasado de los más célebres fue la doctora en Medicina Martina Castells, vinculada a familias de Lérida. El último representante de ese tronco —siquiera de momento— es un hijo médico, también funcionario municipal en Barcelona. Y entre muchos, igualmente, su suegro, nuestro Académico doctor Lorenzo García-Tornel, extraordinario Teniente de Alcalde de Sanidad (1939-1952) en esta población.

El culto ingeniero nos va a plantear, en su trabajo, un ineludible quehacer higiénico, dado que la polución de las aguas requiere las más urgentes y efectivas medidas de control químico-sanitario.

Ese control debe ser mundial, naturalmente, pero también del Estado y —¡cómo no!— de la aglomeración mediterránea donde vivimos.

A la Real Academia tiene que impresionarle lo que se haga y se discuta sobre la moderna plaga; por tradición honrosa, de un lado, y por realidad acuciante, de otra parte.

No cabe, así, que nos desentendamos de la potabilidad química del agua que bebemos y de las eventuales consecuencias morbosas inherentes a su impurificación.

Estudiemos, pues, clínicos y no clínicos, la polución, la contaminación, del imprescindible alimento líquido y de los excretas, que tanto preocupa hoy día. Ya que habremos de opinar a lo doctor, en un mañana nada lejano, sobre la calamidad bíblica de la era presente.

Que el doctor F. Josa, terminada su lección, suscite una óptima controversia. Es de todo punto necesaria. Y que nos ofrezca seguidamente unas conclusiones, a modo de laudo, aceptables por nosotros de crearlas útiles y peculiares del tono académico.

Gracias, mi viejo amigo, por lo que sepa enseñarnos.

B. RODRÍGUEZ ARIAS

* Sesión del día 11-IV-72. Presentación del Académico Numerario Dr. B. Rodríguez Arias.

1. PREAMBULO

Hace algo más de cuatro años, exactamente el día 18 de enero de 1968, esta Real Academia de Medicina celebró una sesión científica en forma de coloquio. El tema a tratar en la sesión era "La Salud Ambiental y la Polución de las Aguas" y la justificación y exposición doctrinal corría a cargo de los doctores Soler Dopff, Oliver Suñé y de mí mismo.

Aquella sesión estuvo presidida por el doctor Pedro y Pons. Al echar de menos en el día de hoy tanto al doctor Pedro y Pons como al doctor Soler Dopff, no puedo evitar el dedicarles un afectuoso y sentido recuerdo.

El doctor Oliver Suñé, aquejado por una dolencia pasajera, tampoco puede acompañarme en este día. A él también quiero enviarle un cariñoso saludo, con mis mejores deseos de un pronto restablecimiento.

Es indudable que lo que expusimos desde esta tribuna aquella tarde causó cierto impacto entre los asistentes al acto. Pero si hoy, a cuatro años vista de aquella fecha, volviéramos a repetir lo que dijimos entonces, no cabe la menor duda de que nuestras palabras sonarían a auténticos tópicos. Y no se crea sin embargo que ese fenómeno se produciría única y precisamente aquí, porque el auditorio está formado en gran parte por doctos académicos; yo estoy completamente convencido de que aquel mismo asunto expuesto en una tertulia de gente de mediana cultura tampoco representaría ninguna novedad.

Algo ha pasado, pues, desde entonces hasta ahora. Y a mi juicio no es precisamente que ese algo se deba a que las cosas en la Naturaleza hayan cambiado en el escaso tiempo transcurrido. Las cosas, en realidad, creo que se mantienen prácticamente igual que entonces; lo que si acaso ha cambiado ha sido la calidad de la información que de ciertos sucesos se ha dado al público.

El ciudadano corriente ha podido ver con sus propios ojos y desde hace mucho tiempo que las aguas públicas se habían convertido en meros medios receptores de los residuos que ellos mismos producían en sus domicilios y en sus fábricas; y aunque nadie se preocupó de transformar en números la polución, sí que hubo quien la intentó hacer patente y organizó la lucha contra ella. Ya nos ocuparemos con más detalle a lo largo de esta exposición.

Pero, aunque nos apartemos un poco de nuestra materia prima de hoy, que es el agua, vale la pena de citar un precedente que resulta muy elocuente al objeto que perseguimos en este preámbulo. La polución del aire pudo ser objeto de mucha más preocupación que ahora en la época industrial del vapor, durante la cual la emisión de humos y gases por las chimeneas, calefacciones y cocinas particulares ocasionaron hecatombes tan grandes y tan citadas como las de Londres, de Lieja, de Sonora, etc. y, sin embargo, a pesar de la alarma y de la preocupación actual, no se han vuelto a

repetir ni remotamente hechos semejantes.

No cabe duda que el profano en la materia, que en este caso es el público en general, se ha sensibilizado, o mejor se ha hipersensibilizado casi repentinamente, con respecto a una cuestión que no era tan nueva ni muchísimo menos. La razón de esta sensibilización quizás se deba a la potencia de los medios actuales de difusión y, tal vez también a la escasa posibilidad que tienen algunos informadores habituales de publicar las noticias sensacionalistas que una inmensa mayoría del público espera que se le cuente cada día. Pero este estado de cosas provoca inquietud y de esta inquietud se hacen eco las Administraciones públicas; y las prisas por resolver problemas cuando no se conocen bien, cuando no se tiene experiencia y cuando las presiones son muchas y de muy diversa índole, puede dar lugar a fallos con sus correspondientes pérdidas de tiempo y de dinero.

2. PLANTEAMIENTO DE LA CUESTION

2.1. *Los orígenes del Saneamiento*

Si miramos hacia atrás, y con una visión muy amplia abarcamos a todo el mundo, veremos que el problema de la polución y del empeoramiento de las condiciones del medio ambiente natural se inicia como consecuencia de la industrialización a fines del siglo XVIII. Nosotros, nuestro país, no

se lanzó inmediatamente a esta aventura, pero tampoco tardó mucho en seguirla; a mediados del siglo XIX ya teníamos nuestras zonas industriales y antes de terminar el siglo Barcelona pudo celebrar su exposición de 1888 que evidenció una importante industrialización nacional, muy regionalizada, pero este fenómeno de la concentración industrial no ocurría sólo aquí, sino que fue y sigue siendo general en todo el mundo.

Los efectos nocivos que la industrialización y el crecimiento demográfico incontrolado pueden producir en la naturaleza y deteriorar el medio ambiente, produciendo alteraciones graves en la Econogía, fueron ya detectados y denunciados por Chandwick en Londres en 1854. Las primeras instalaciones de depuración de aguas residuales se crearon en Inglaterra a base de la utilización de los efluentes para riegos agrícolas, gracias a una primera ley promulgada en 1858 y a otras complementarias en los años 1865 y 1867. En 1876 se aprobó la Rivers Pollution Prevention Act, en la que se definía como un delito la descarga de sólidos o aguas residuales en un curso de agua. Esta ley aguzó el ingenio de los científicos que comenzaron a investigar para encontrar soluciones artificiales más seguras y controlables que las que proporcionaban los riegos agrícolas o *champs d'épandage* (según la terminología francesa). Los primeros resultados efectivos se obtuvieron gracias a unos filtros intermitentes de arena que había ideado Sir Edward Frankland en 1871, pero que no dieron resultado

en Inglaterra; en cambio, quince años más tarde, después de ser experimentados en una estación piloto de Lawrence, Massachusetts, tuvieron un gran éxito y se extendieron por América, luego Alemania, etc.

Mejorando el proceso, de los filtros intermitentes se pasó a los lechos de contacto, de éstos a los percoladores lentos (1893), más tarde a los percoladores rápidos. Y en 1912, un químico americano inventó el procedimiento de los fangos activados que luego fue perfeccionado por el inglés G. Fowler. Estos procedimientos, con muchas variantes, siguen siendo los sistemas biológicos que se emplean en la actualidad.

Algo que no debe olvidarse al hablar de polución es el célebre estándar inglés denominado "30:20" o de la "Royal Commision". Este estándar aún vigente en el Reino Unido fue establecido por una "Royal Commision on Sewage Disposal" en 1912 y significa que ningún vertido de aguas residuales puede contener más de 30 mg/l de sólidos en suspensión, ni más de 20 mg/l de demanda bioquímica de oxígeno (DBO). La Comisión llegó a este resultado suponiendo que el agua residual había de diluirse en al menos ocho volúmenes de agua limpia de río que no tuviera más de 2 mg/l de DBO; como hoy esas circunstancias de los ríos naturales no se producen porque sus aguas van más cargadas, los estándares de la R. C. han tenido que ser modificados y en el río Lee, por ejemplo, del que se abastece una parte de Londres, se ha establecido un estándar

que se ha fijado en 10:10, lo cual supone que los tratamientos además de tener las etapas primaria (sedimentación) y secundaria (floculación) han de disponer de un tratamiento terciario adicional.

En Inglaterra y Gales hay 5.000 plantas de tratamiento de alcantarillado con las que se depuran cuatro quintas partes del agua residual total producida por su población. Esto es casi un record, pero hay regiones que aún lo superan: por ejemplo, en la zona del Ruhr el agua se depura y reutiliza varias veces, pero al final toda se vierte en el Rhin completamente depurada.

2.2. *Evolución inicial del Saneamiento y de la lucha contra la Polución en España*

Veamos ahora cuál ha sido la evolución de la lucha contra la polución en España.

Según Urbistondo "el principio general que informa la legislación española en materia de vertido de aguas a los cauces públicos es que el agua debe ser devuelta a su cauce en condiciones de calidad no inferiores a las que poseía cuando fue derivada". Esta definición es una utopía si se aplica al pie de la letra y en forma general todo uso empeora el agua y en lo único que se puede pensar es en ponerle tolerancias a las aguas desechadas.

La Ley de Aguas de 1879 disponía la suspensión de todas aquellas actividades industriales que comunicaran a las aguas sustancias y propiedades no-

civas a la salubridad y a la vegetación. Y como arma ejecutiva disponía de la caducidad de las concesiones de aprovechamiento en que no se aportara el oportuno remedio a los vertidos. Como se ve la Ley de Aguas apuntaba contra las industrias y minas porque, sin duda, los alcantarillados eran tan escasos que no eran de prever efectos perjudiciales con sus descargas. Pero es que, además, las sanciones podían ser operantes si el agua descargada procedía de una concesión de utilización de aguas públicas, la cual se podía caducar; pero si el agua era privada, de acuerdo con las definiciones de la misma ley y el Código Civil (ambos basados en el derecho romano) la acción coercitiva era prácticamente inoperante. Hasta que en julio de 1924 el "Reglamento de Obras, Servicios y Bienes Municipales" impuso a los Ayuntamientos la obligación de depurar las aguas no hubo ni una base en que apoyarse en la lucha contra los efectos producidos por las aguas residuales urbanas.

Y, sin embargo, hay un antecedente interesante en relación con la eliminación de las aguas residuales, precisamente aquí, en Barcelona: La puesta en marcha del Plan Cerdá y el comienzo de la apertura de las calles de la trama urbana proyectada en él, facilitó el estudio general de los desagües de la ciudad. Una comisión técnica especial nombrada por el Ayuntamiento estableció en 26 de junio de 1885 las bases con arreglo a las cuales el Ingeniero Jefe de la Sección de Alcantarillado y Saneamiento don Pedro Gar-

cía Faria debía redactar el Proyecto de Saneamiento del Subsuelo de Barcelona. Este estudio, técnicamente perfecto, que fue finalmente aprobado en una sesión ordinaria del Ayuntamiento en 16 de junio de 1891, es el primer plan general de ordenación del saneamiento que ha tenido Barcelona y que probablemente ha existido en España. El proyecto García Faria después de recoger las aguas pluviales y residuales de todo el casco urbano desviaba o bombeaba las residuales, y las llevaba a un colector general a lo largo de la Gran Vía, el cual en sentido hacia el oeste atravesaba todo el término de Hospitalet y cruzando el río Llobregat, transportaba las aguas al centro de gravedad del Prat de Llobregat con objeto de aprovecharlas para riegos y beneficiarse de su contenido de fertilizantes en aquella extensa zona de cultivos. El proyecto tenía una base técnica muy sólida para aquel entonces, basada en una información estadística muy completa, particularmente en lo que concierne a la salud pública (patogenia, salubridad, demografía) que figura profusamente en la memoria, en los anejos y en las láminas del proyecto. Estos extremos, que parecen excesivos y un tanto inadecuados en un proyecto técnico tiene una justificación lógica si el trabajo se sitúa en la época en que fue redactado. El siglo XIX azotó con epidemias de enfermedades hídricas (cólera, tifoidea, etc.) importantes ciudades de Europa. Las estadísticas de mortalidad, los comentarios de carácter médico y las interrelaciones demográficas del proyecto tenían el ob-

jeto de demostrar que la red de alcantarillado no era solamente una infraestructura urbana, sino que era también la primera y más eficaz medida para erradicar la plaga de las epidemias de origen hídrico. Esto que hoy es tan evidente, no lo era en absoluto a fines del siglo pasado.

Del Plan Cerdá y del de García Faria se construyeron algunas alcantarillas y colectores. El conjunto de la red no ha vuelto a ser objeto de un plan general y racional hasta hace relativamente poco. El transporte de las aguas residuales hacia el Prat, que tenía sus dificultades, fue olvidado; luego, como veremos seguidamente, fracasaron a consecuencia de convulsiones políticas otras tentativas de saneamiento, como las estaciones de depuración previstas posteriormente.

En efecto, en dos ocasiones el Ayuntamiento de Barcelona convocó sendos concursos públicos para depurar las aguas residuales antes de su vertido en el mar. En ambas ocasiones pudo haberse resuelto el problema, pero la primera vez dio al traste con el proyecto el cambio de régimen en 1931, y la segunda vez, el concurso preparado durante la república, no se llegó a iniciar al estallar la guerra civil.

Precisamente, coincidiendo con estos hechos y en la década de los años treinta se comenzó a desarrollar científicamente en Estados Unidos la técnica de los vertidos en el mar y muy posteriormente, al procederse al estudio del Plan de Ordenación de Barcelona y su Comarca, que se aprobó en 1953, ya se tuvo en cuenta esta posi-

bilidad y se previeron estaciones depuradoras y emisarios submarinos para la descarga de las aguas residuales en Barcelona. Yo mismo publiqué por aquella época, en la Revista de Obras Públicas de septiembre de 1953, un artículo titulado "El Poder Depurador de las Aguas del Mar" y, posteriormente, como veremos más adelante, volví a insistir sobre el mismo tema del problema de posibles vertidos de aguas residuales en el mar en Barcelona, efectuando un estudio con un equipo de colaboradores. Los estudios no dieron ningún resultado en esta ciudad, pero tal vez sirvieron para que se construyeran otros vertidos que hoy existen a lo largo de las costas de toda España.

En Madrid no tuvieron mucha mejor suerte que nosotros. En el extremo del colector que corría a lo largo del Manzanares y descargaba directamente en él, se habían establecido unos campos de cultivo florecientes que se regaban con un caudal seguro que el colector-emisario les aportaba, junto con los nutrientes normales de un agua residual urbana y con la carga bacteriana correspondiente. En el lugar apropiado, denominado "La China", se comenzó la construcción de una planta de tratamiento completo por fangos activados, cuya capacidad era la correspondiente a la población de Madrid en aquel entonces. A falta de pequeños detalles la planta no llegó a entrar en servicio; entonces comenzó la guerra civil, durante la cual las instalaciones sufrieron desperfectos a causa de su falta de mantenimiento. Al terminar la guerra no se aprobaron los créditos

necesarios para repararla y ponerla en marcha, con lo que los perjuicios fueron aumentando. Finalmente, se acondicionaron los elementos del tratamiento primario de sedimentación y digestión de los fangos, y en 1958 comenzó a funcionar en tales condiciones. Luego se han ido introduciendo mejoras y hoy día es una de las cuatro estaciones de tratamiento de que dispone Madrid, para compensar con sus efluentes las aguas que se derivarán del Tajo con el trasvase Tajo-Segura.

El panorama nacional de la lucha contra la polución, en cuanto a la depuración de aguas residuales se refiere, no es realmente muy optimista. Rompiendo momentáneamente el orden cronológico que veníamos siguiendo, podemos decir que de acuerdo con los datos que figuran en el Plan Nacional de Abastecimientos y Saneamiento (lo cual quiere decir que nos referimos a datos del año 1967) de los 24.000 núcleos urbanos superiores a 50 habitantes que hay en España, sólo 168 disponen de estaciones de tratamiento de aguas residuales. Desde entonces (1967) se han puesto en servicio algunas plantas; entre ellas las tres a que se ha hecho referencia en el área de Madrid y en Barcelona se está construyendo la primera de las previstas en su plan de Saneamiento.

Pero hemos de volver a nuestro relato cronológico si queremos intuir cómo se ha llegado al planteamiento de la situación en la actualidad. Así que retrocediendo a la década de los años cincuenta, encontramos que el

14 de noviembre de 1958 aparece el Reglamento de Policía de Aguas y sus Cauces, reglamento que se completa posteriormente con dos órdenes ministeriales de Obras Públicas (4 septiembre y 9 de octubre de 1959). En conjunto, este reglamento establece lo siguiente:

— Toda industria en funcionamiento o que se proyecte, en la que se originen vertidos industriales está obligada a presentar a los Servicios Hidráulicos, o Comisaría de Aguas actuales, un proyecto de depuración de sus efluentes a fin de conseguir la autorización del vertido.

— Después de sometido el proyecto a información pública, la autorización se concederá una vez garantizada la inocuidad del effluente.

— Los cauces públicos se clasifican en cuatro categorías: protegidos, vigilados, normales e industriales, de acuerdo con las características reales de sus aguas y usos a que se destinan.

— Se crea un censo de vertidos industriales, clasificándolos en inocuos, sospechosos y nocivos.

— Se señalan las características que deberán controlarse y mantenerse en las aguas de las diferentes categorías de los ríos. Pero, en realidad, hasta el año siguiente (21 de junio de 1960) no se fijan los límites máximos de los elementos o compuestos polucionantes.

La legislación contra la polución se ha ido completando después, como ya veremos. Pero en aquellas fechas, de 1958 a 1960, la reglamentación citada

cogió desprevenida de medios a la Administración y a los usuarios interesados. En general, había muy poca experiencia en el país en la depuración de aguas residuales; no había personal técnico especializado y preparado para acometer el trabajo. Y, finalmente, no existían los recursos económicos necesarios para hacer frente a las cuantiosas inversiones que suponía la construcción de estaciones de depuración. Había, pues, que empezar casi por el principio y para ello nada más racional que ver lo que habían hecho aquellos países que iban por delante de nosotros, aprender sus métodos y aprovecharnos de su experiencia. Pero aquellos años precisos fueron de crisis y se hizo patente de forma general en el mundo un proceso que, naturalmente, ya se había iniciado anteriormente: las plantas en explotación no daban el rendimiento que habían dado hasta entonces y las nuevas producían efluentes de calidad mucho más baja que la prevista. Para poder volver a conseguir los estándares exigidos a las plantas biológicas se comenzó a investigar y fueron surgiendo variantes en las que era posible controlar mejor la producción y mantenimiento de la masa biológica activa. Al mismo tiempo, se conocieron también mejor los sedimentadores primarios y secundarios, y sobre todo comenzó a estudiarse la aplicación en gran escala de tratamientos químicos y terciarios: los tratamientos químicos (como veremos más adelante) independizan a las plantas de la vulnerabilidad de las bacterias a las cargas tóxicas del agua residual; los trata-

mientos terciarios tienen por misión pulir ("polishing" que dicen los americanos) el agua eliminando algunos contaminantes para los que las plantas convencionales no son efectivos. Vistos desde otro punto de vista, utilitario, estos procedimientos dan también como resultado un encarecimiento del coste de explotación y una mayor complejidad tanto en el proyecto de las estaciones como en el mantenimiento y en la operación.

2.3. *Los vertidos en el mar y los Estanques de Estabilización*

Al final de esta década célebre de los años cincuenta se produjeron también otros dos hechos muy dignos de mención y sobre los cuales volveremos más tarde.

En primer lugar ocurrió que:

1.º En 1956 apareció el estudio de E. A. Pearson recogiendo toda la teoría anterior a él y su propia experiencia en relación con los vertidos en el mar de aguas residuales.

2.º En 1957 publicaron los Hyperion Engineers los resultados y recomendaciones obtenidos en la construcción de los emisarios submarinos en la ciudad de Los Angeles.

3.º En 1959 se celebró en Berkeley, California, la primera conferencia internacional sobre el mar y los efectos de las descargas en él de aguas residuales.

En segundo lugar, en esos mismos años empezaron a conocerse los resul-

**En el síndrome
ARTROPATIA -
IMPOTENCIA - FUNCIONAL
de la
ENFERMEDAD REUMATICA**

INDOMETACINA LIADE

antiinflamatorio
analgésico
antigotoso
anticolagenosis

INDOMETACINA LIADE

Cápsulas con
25 mg. de Indometacina
Frasco de 50 cápsulas
P.V.P. 146,10

Supositorios con
100 mg. de Indometacina
Cajas con 10 supositorios
P.V.P. 88,90



CONESTRON "INTRA VENOSO"

(Registrado en U.S.A con el nombre de PREMARIN)

El hemostático fisiológico

que controla con eficacia y rapidez la hemorragia espontánea capilar y reduce al mínimo las pérdidas hemáticas durante y después de cualquier tipo de intervención quirúrgica.

Se ha inyectado más de **3.000.000** de veces sin haberse observado ni un solo caso de toxicidad ni de formación de trombos.

CONESTRON INTRA VENOSO

- Reduce al mínimo la hemorragia durante la intervención.
- Mantiene despejado el campo operatorio.
- Atenúa la frecuencia de hemorragia postoperatoria.
- Puede también administrarse por vía intramuscular.



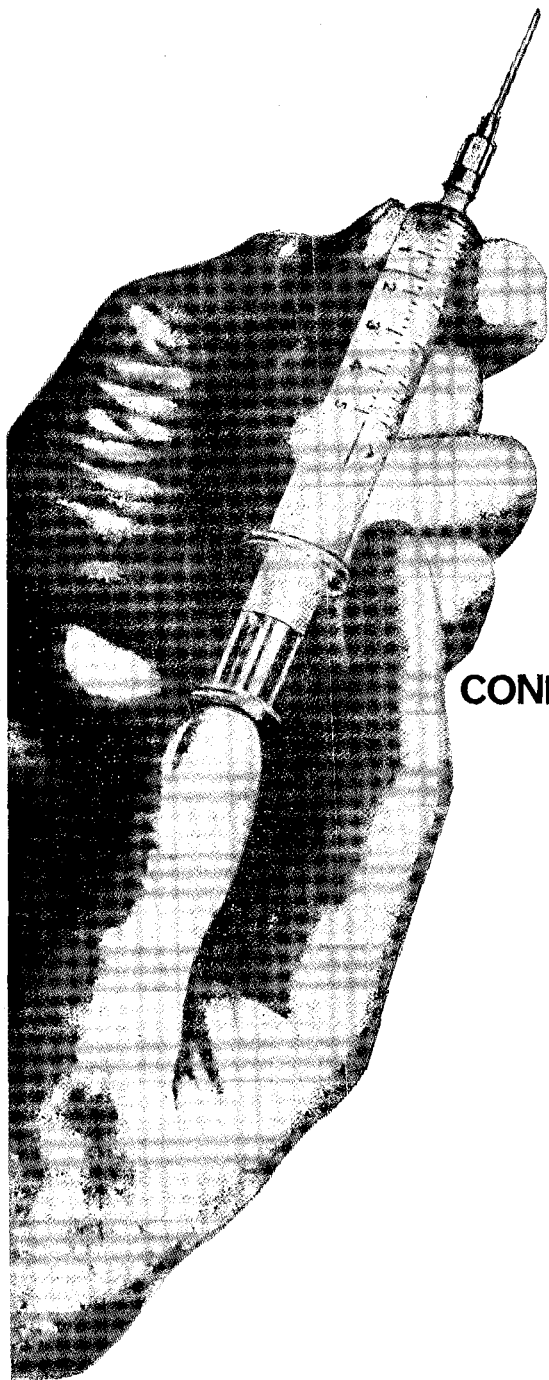
INIBSA

Loreto, 8 - BARCELONA

Por licencia de:

AYERST LABORATORIES

NEW YORK, N. Y.



tados y las investigaciones llevadas a cabo en EE.UU. con unos estanques que primero se llamaron de oxidación y luego de estabilización, en los que la reducción de la materia orgánica y de la carga bacteriológica se conseguía a base de una retención de las aguas residuales en unos estanques de poco calado en los que las materias oxidables se mineralizaban en gran parte gracias al oxígeno liberado por la acción fotosintética de las algas unicelulares que automáticamente se desarrollaban en los estanques. El resultado era un tratamiento de aguas residuales a bajo coste, muy apropiado para su empleo en zonas rurales. En los primeros estanques se contaba únicamente con la oxidación y la producción de oxígeno se encomendaba tan sólo a las algas; pero pronto se vio que era más práctico no esforzarse en mantener aerobia toda la masa de agua, permitiendo la existencia de un estrato anaerobio en el fondo; luego se experimentaron unos estanques completamente anacrobios, que han resultado útiles en ciertos casos; y, finalmente, se concibieron unos estanques que podían ser aerobios o mixtos, en los cuales se producía una aireación superficial forzada con la que se aportaba el oxígeno necesario.

Al cambiar el proceso inicial para que fueron concebidos, los estanques también cambiaron de nombre genérico y, como hemos visto, hoy se llaman estanques de estabilización. Además, fue posible aumentarlos en tamaño y capacidad de tratamiento, así como combinarlos en serie o en paralelo ade-

cuando los procesos a las necesidades: unas veces los estanques eran una repetición de varios del mismo tipo y otras veces eran una sucesión de tipos distintos. De esta forma se obtuvieron resultados eficaces en dos aspectos muy diferentes: Por un lado, se consiguió depurar obteniendo reducciones de hasta el 99 %, tanto de la demanda bioquímica de oxígeno como de la carga bacteriana; y por otro lado, se llegó a tratar aguas no sólo de pequeñas comunidades, sino también de grandes aglomeraciones. Auckland (Nueva Zelanda) trata sus aguas en una serie de estanques que tienen una superficie total de 500 ha; San Antonio (Texas) tiene otro complejo de estanque con 275 ha; Stander y Meiring (Africa del Sur) dan el coste de estanques para el tratamiento de hasta 1 millón de personas (5,6 \$ por habitantes), de modo que según esta técnica no es ninguna ciencia-ficción el poder llegar a esas grandes plantas de tratamiento.

Por pura coincidencia, yo pasé 2 meses en los EE.UU. en 1958 y a mi vuelta hice cuanto estaba de mi mano para dar a conocer e introducir en España las dos técnicas nuevas observadas en aquel país. Ambas técnicas, cada una por su lado, eran muy apropiadas para grandes zonas del territorio nacional: Los vertidos en el mar eran la solución para resolver los problemas de muchas de las aglomeraciones de nuestro extenso litoral, carente totalmente en aquel entonces de instalaciones de saneamiento y eliminación adecuada de sus aguas residuales. Los

estanques de estabilización proporcionaban medios sencillos y de funcionamiento automático para todas esas regiones sobradas de terreno y en el que el suelo tiene muy poco valor.

Los vertidos en el mar fueron objeto de un estudio extensivo que duró desde 1958 hasta 1963. Ya se ha hecho referencia a él. Lo llevamos a cabo un equipo en el que figuraban experimentados y notables especialistas: dos bacteriólogos, un virólogo, dos químicos y un biólogo, aparte del personal del laboratorio municipal dedicado a esta labor y del personal de mar y de tierra que tomaba las muestras y recogía las informaciones complementarias in situ. Nuestros resultados figuran en los informes que publicábamos cada año, informes que se encuentran en los archivos de esta Academia.

De esos estudios se obtuvieron resultados muy interesantes y, entre otras cosas, se llegó a la creación de un modelo para el proyecto de futuros emisarios submarinos en nuestra costa. En la práctica no se llegó a ningún resultado en Barcelona (cuyo Ayuntamiento corrió a cargo de todos los estudios) porque al final el saneamiento se ha orientado por otros caminos; pero, como se ha dicho anteriormente, el experimento fue muy útil para otros muchos puntos del litoral español y hoy existen ya construidas unas 200 descargas en el mar por medio de emisarios submarinos; entre ellas se cuentan algunas de relativa importancia para aguas industriales.

El otro tema traído como novedad de los EE.UU. era el de los estanques

de estabilización. Era tal vez tan interesante para España como el de los vertidos en el mar, porque es una solución al problema de las aglomeraciones y de las aguas interiores que en muchos aspectos es mayor y más grave que el de las zonas litorales. La investigación era difícil de llevar directamente en Barcelona, dadas las características urbanísticas de la región en que hubiéramos tenido que actuar; por eso la cuestión se limitó a adaptar la experiencia adquirida en regiones similares a las nuestras en Norteamérica y publicar un artículo en la Revista de Obras Públicas (que apareció en el número de julio de 1959). El artículo se titulaba "Soluciones al Problema de Tratamiento de Aguas Residuales en Medios Rurales" y en él se daban normas para el proyecto y construcción de estanques de estabilización. La verdad es que sólo se recibió una consulta desde Sevilla, pero no creo que se haya construido ningún tratamiento de ese tipo.

En el tiempo transcurrido desde entonces, los estanques de estabilización se han extendido por todo el mundo y han sido el objeto de la última monografía publicada por la O.M.S., en 1971.

2,4. *La actuación de la Administración desde 1960*

A partir del inicio de la década de los años sesenta se continuaron promulgando en España nuevas disposi-

ciones en relación con la lucha contra polución.

— En 30 de noviembre aparece el “Reglamento de Actividades Molestas Insalubres Nocivas y Peligrosas” del Ministerio de la Gobernación, cuyo artículo 17 se titula “Peligro de contaminación de aguas” y fija normas para la depuración y establece límites de toxicidad. Pero lo más interesante es que esta ley, en ese mismo artículo 17, regula la posibilidad de contaminación de pozos y aguas subterráneas, las cuales de acuerdo con la Ley de Aguas son propiedad del dueño del terreno bajo el que se producen o circulan y, por lo tanto, son prácticamente incontrolables. Con anterioridad sólo el Reglamento de Sanidad de 1925 establecía unos perímetros de protección de los pozos utilizados para extraer aguas potables.

— En 9 de noviembre de 1962 el Ministerio de Obras Públicas dicta una orden que da normas complementarias para adaptar la actuación de las Comisaría de Aguas al Reglamento de Actividades Molestas, I, N y P, antes reseñado.

— En 5 de julio de 1963 el Ministerio de la Gobernación crea una Comisión Central de Saneamiento. Su misión es orientar y unificar los criterios de las Comisiones de Servicios provinciales en relación con la aplicación del Reglamento de Actividades M, I, N y P.

— La Presidencia del Gobierno, en Orden de 27 de mayo de 1967, establece diversas medidas para evitar la

contaminación de las aguas y de las playas, ocasionada por accidentes en los terminales de carga y descarga de productos petrolíferos.

— El Plan Nacional de Abastecimientos y Saneamiento también data de 1967. Ya se hizo mención a él al principio cuando se citó el dato de plantas de tratamiento que había en España en aquel entonces.

— En relación con el control de la polución de las aguas del mar por aguas residuales, el Ministerio de Obras Públicas aprueba en 20 de junio de 1968 unas “Normas Provisionales para el Proyecto y Ejecución de Instalaciones Depuradoras y Vertidos de Aguas Residuales en el Mar en las Costas Españolas”.

— El Ministerio de Industria, en decretos de 18 de enero de 1968 y 26 de diciembre de 1969, regula la importación y fabricación de detergentes, los cuales a partir de 1970 habrían de tener una biodegradabilidad no inferior al 90 %.

— El Ministerio de Información y Turismo, por decreto de 19 de diciembre de 1970, establece los requisitos mínimos que han de tener los alojamientos turísticos. En él se establece la obligatoriedad de depurar las aguas residuales cualquiera que sea el vertido de los efluentes.

— La Presidencia del Gobierno, en 27 de mayo de 1971 dicta una Orden sobre regulación de detergentes para combatir los derrames de hidrocarburos en el mar. Según indica esta Orden se trata de evitar efectos más perjudi-

ciales que el propio petróleo para la fauna y la flora marinas.

— Mientras tanto, se han constituido algunas asociaciones para la lucha contra la polución ambiental, para la defensa de la naturaleza, etc. Su eficacia está aún por comprobar, ya que no sólo hace falta que conozcan bien los problemas y actúen a tiempo, sino que se necesita también que la Administración las consulte oportunamente y después tome en consideración sus informas. Tales asociaciones son:

ADENA: para la defensa de la fauna y la flora.

AEORMA: para la defensa del patrimonio artístico y del paisaje, y para ayudar a resolver los problemas urbanísticos.

ASELCA: para estudiar las soluciones de los problemas que plantean los focos contaminadores de cualquier índole, investigar en dichos campos, asesorar a particulares y a la Administración en toda esta problemática y reunir a cuantas personas de cualquier actividad o formación estén preocupadas por los problemas de la degradación del medio ambiente.

— El Boletín Oficial del Estado de 5 de noviembre de 1971 publicó un decreto por el que se reorganizaba el Ministerio de Obras Públicas. En esa reorganización sigue figurando la Dirección General de Obras Hidráulicas, que tiene tres unidades a nivel de Subdirección General, de las cuales una aparece por primera vez con el título

de “Comisaría Central de Aguas y de Lucha contra la Contaminación”.

Lo que podríamos llamar “le dernier cri” de la intervención de la Administración en la protección del medio ambiente y en el control de la polución se encuentra en dos cuerpos legales pendientes de aprobación en las Cortes. El primero se refiere a la “Ley de Bases de Régimen Local”, en cuya Base 11-3 se regula la constitución de un Servicio de Sanidad Ambiental; y en su Base 82-1 se autoriza el establecimiento de un impuesto municipal sobre el consumo de agua, destinado preferentemente a la instalación, mejora y entretenimiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales. Segundo documento es el III Plan de Desarrollo en el cual definen con mucha precisión los problemas que afectan al medio ambiente, se hace referencia concreta a la contaminación de las aguas continentales y marítimas, y en el título sobre el sistema financiero se indica que en 1980 se habrá dado un paso decisivo en la mejora del medio ambiente. Al citar las inversiones del Plan, en el Cuadro 7, título 5. ESTRUCTURAS Y SERVICIOS URBANOS cita las siguientes cifras en millones de pesetas. (Ver cuadro.)

El Estado está, pues, dispuesto a luchar contra la contaminación. Veamos con qué medios cuenta para la lucha. Por un lado, el Estado construirá y subvencionará obras de saneamiento; por otro lado y valiéndose del cuerpo legal de que dispone forzará

CUADRO 7

5. ESTRUCTURAS Y SERVICIOS URBANOS

Subsectores	Presupues- to del Estado	Orga- nismos autónomos	Corpora- ciones locales	Totales
Infraestructura sanitaria en zonas turísticas litorales	3.000,0	500,0	3.600,0	7.100,0
Instalaciones depuradoras de aguas residuales	300,0	—	700,0	1.000,0
Otras actuaciones en áreas metropoli- tanas	2.140,0	3.528,0	1.800,0	7.432,0
Otras actuaciones en áreas urbanas	1.050,0	322,0	1.050,0	2.422,0
Otras actuaciones en áreas rurales	2.477,5	1.750,0	3.329,1	7.556,6
TOTALES	8.931,5	5.100,0	10.479,1	25.510,6

a que depuren sus aguas los municipios y particulares.

Los auxilios del Estado a las poblaciones, para saneamiento, pueden llegar hasta un 50 % del coste de las obras en concepto de subvención y anticipo. El Plan Nacional de Abastecimiento y Saneamiento de 1967 se viene desarrollando de la siguiente manera: El Estado, a través del M. O. P., da una subvención del 20 % a fondo perdido; proporciona un 15 % más en concepto de anticipo reintegrable sin interés a 20 años. El 65 % restante lo ha de aportar el ayuntamiento; pero de ese 65 % puede pedir un 35 % al Banco de Crédito Local en un crédito a 20 años y al 6 %. De modo que, en resumen, el Ayuntamiento ha de aportar de forma inmediata sólo un 30 % más las expropiaciones necesarias.

Según el Plan Nacional de Abaste-

cimiento y Saneamiento, no debe concederse auxilio alguno a obras de abastecimiento que no incluyan las instalaciones completas de saneamiento y depuración de las aguas, previas al vertido.

El Estado no auxilia directamente a las industrias para la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, los organismos oficiales de crédito, especialmente el Banco de Crédito Industrial, han demostrado últimamente su atención por el problema y su disposición para conceder créditos en condiciones atraerentes a las industrias obligadas a construir estaciones de tratamiento.

Con independencia de los dos casos anteriores, Poblaciones e Industrias, se presentan circunstancias especiales que son dignas de mención. En algunos casos, con fuerte problema de contami-

nación de aguas, que afectan simultáneamente a núcleos urbanos e industriales, el Ministerio de Obras Públicas ha desarrollado actuaciones especiales para llegar a la resolución del problema. Tal es, por ejemplo, el caso del Gran Colector del río Urumea, en San Sebastián, que permite la evacuación de las aguas residuales vertidas por las poblaciones del curso bajo del río y de las muchas industrias situadas en su valle, cuyos vertidos, especialmente el de las industrias papeleras, creaban graves problemas estéticos y sanitarios en toda la comarca y, especialmente, a su paso por la ciudad de San Sebastián. Los usuarios del colector participarán en los gastos de explotación y amortización del colector.

Existen otros ejemplos de colaboración del Estado en la resolución de graves problemas de polución del agua: Proyecto de colector del Llobregat para desviar las aguas que contaminan las del abastecimiento de Barcelona; proyecto de inyección subterránea a gran profundidad de Potasas de Navarra y de efluentes de papeleras en el río Oria; tratamiento de aguas residuales en Las Palmas de Gran Canaria (300 l/s) que permita obtener un efluente apto para riegos de la agricultura; etc.

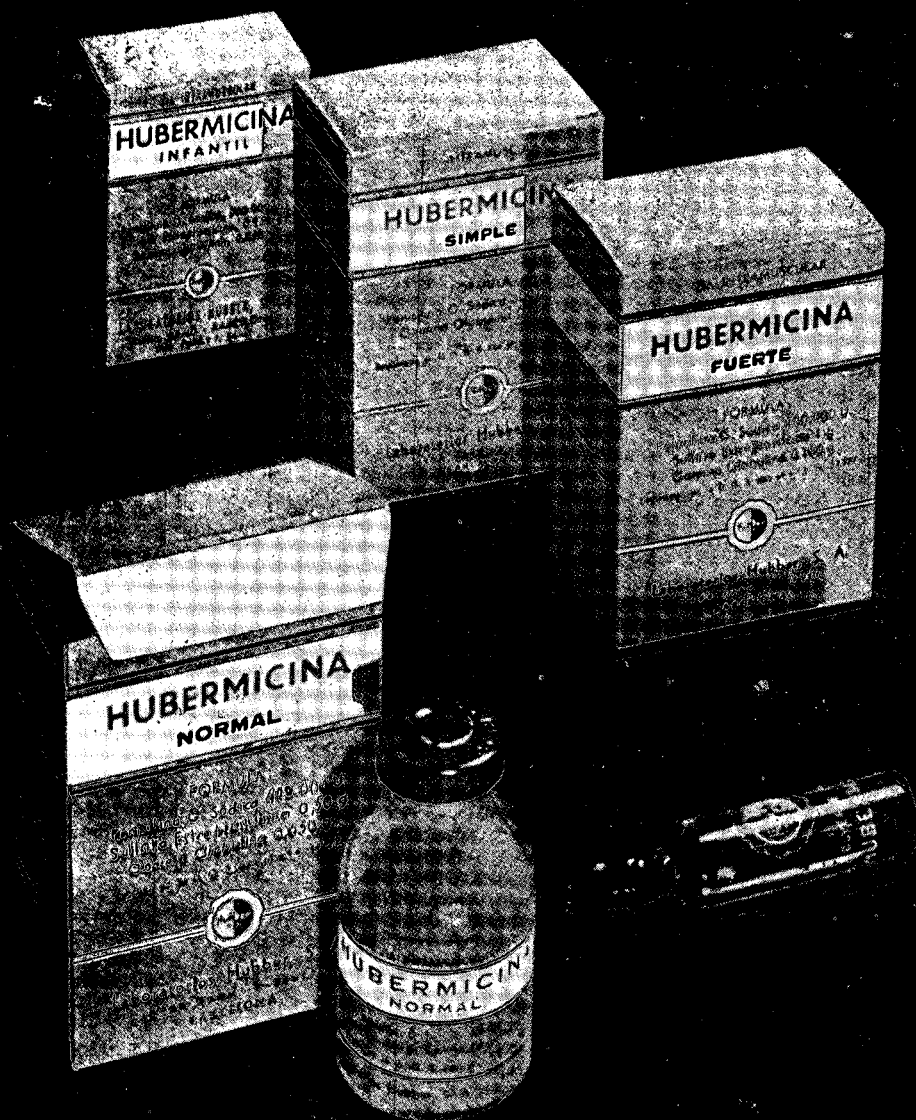
Pero todos estos auxilios son en general anticipos o préstamos que cargan sobre los usuarios. Y cuando los usuarios son las poblaciones el problema se convierte en grave: en primer lugar, los Ayuntamientos están completamente descapitalizados y, en segundo lugar, porque las obras de saneamiento no se prestan al lucimiento

político, por eso se acometen únicamente en último extremo y cuando ya no queda más remedio.

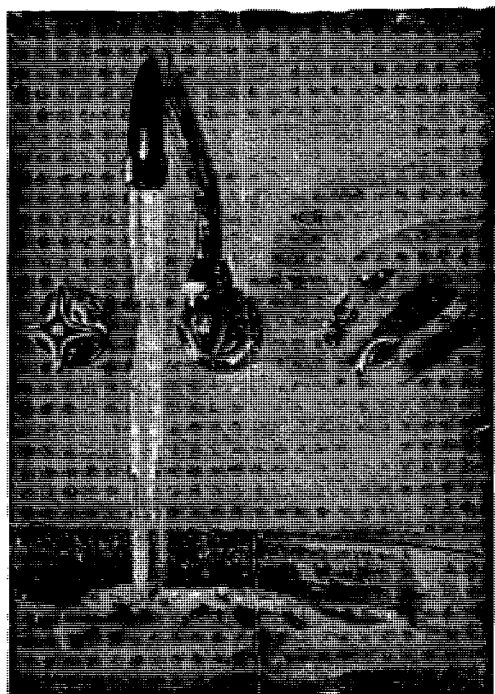
La administración tiene otro medio de luchar contra la polución, que es la represión por medio de multas. Las Comisarías de Aguas pueden imponer multas de hasta 500 pesetas en toda España (y hasta 10.000 pesetas sólo en las cuencas del Júcar y Segura) a los infractores por vertidos incorrectos con arreglo a los estándares establecidos. Las Comisarías de Pesca también pueden imponer multas, que pueden ser de mucha mayor importancia porque se les puede cargar a los infractores los daños y perjuicios ocasionados al medio piscícola.

En cualquier caso, las multas tienen una efectividad muy escasa en la lucha contra la polución. En primer lugar, los medios de control de las Comisarías son escasos en proporción a lo que necesitarían. Pero lo que resulta en realidad es que a los infractores les es más ventajoso, en general, ir impugnando y al final pagar las multas que construir y explotar las plantas de tratamiento. Muchas industrias y muchas pequeñas comunidades llegan a tener que construir las estaciones depuradoras porque si no se autoriza la apertura de la fábrica o se impide la ocupación de la urbanización; pero frecuentemente las cosas no pasan más allá de la construcción y hay infinidad de plantas paradas o trabajando con rendimientos práctica o totalmente nulos porque nadie se cuida de su mantenimiento.

HUBERMICINA



POTENCIAL ANTIBIOTICO E INMUNITARIO



**“La llave
reguladora
de la
diuresis”**

Seguril

FUROSEMIDA

Conocido internacionalmente como **LASIX**

El diurético de nueva clase



HOECHST IBERICA, S. A. - Barcelona

**ORAL
PARENTERAL**

2,5. *La Lucha contra la Polución a Escala Mundial*

La lucha efectiva contra la polución exige una toma de conciencia general del problema y una colaboración sincera de los usuarios. Es un problema muy parecido, aunque a escalas muy diversas, al de la limpieza de las vías públicas o al del cobro de los impuestos directos. Y en ese aspecto de la colaboración no vamos a tener que descubrir nada nuevo. Ya vieron ustedes que en Inglaterra y Gales cuatro quintas partes de la población depura por su cuenta las aguas residuales que producen; pero aún hay un dato más elocuente: vista la escasez de operarios especializados, las industrias privadas inglesas crearon mancomunadamente en la ciudad de Reading una escuela de formación profesional. En Alemania existe el caso harto conocido del grupo de cuencas del Ruhr, Emscher, Lippe y otras más pequeñas contiguas. En EE.UU. las industrias, por sí mismas, gastaron sólo en 1970 más de 600 millones de dólares (42 mil millones de pesetas) en tratamientos para mejorar la calidad de sus efluentes. En Suecia las casas aisladas situadas cerca de los lagos han ideado una infinidad de dispositivos ingeniosos para evitar que los nutrientes de sus efluentes puedan llegar a los lagos inutilizándolos por eutroficación.

2,6. *Los Métodos de Tratamiento. Generalidades, Autodepuración y Depuración Artificial*

Tras la toma de conciencia de la

existencia de un deterioro del medio, cosa que ya es real después de la propaganda que se ha hecho, hay que hacer consciente a todo el mundo de que se ha de convertir en militante en la lucha contra la polución. En la lucha contra ese enemigo común hay que emplear armas y la técnica del saneamiento es capaz de proporcionar muchos y muy diversos medios de combate; pero como en los ejércitos modernos, las armas están especializadas y no sólo hay que adoptar las más idóneas, sino que hay que combinarlas y con ellas emplear la táctica que cada problema exige, y buscar la estrategia adecuada a las condiciones que presenta el campo de batalla, que es la Naturaleza. En esta batalla el éxito es tanto más difícil cuanto más bisoño es el ejército y el mando está menos experimentado.

En Saneamiento, la Naturaleza (con mayúscula) juega el mismo papel que la naturaleza del enfermo juega en el caso del médico o del cirujano. La medicación o la operación dan al enfermo tan sólo medios para que su propia naturaleza haga lo demás para su restablecimiento. El ingeniero crea instalaciones en las que se facilita y se acelera el proceso de la autodepuración, el resto lo deja y lo dejará siempre en manos de la Naturaleza, porque nunca seremos tan sabios ni tan potentes como ella.

Claro es que tanto el médico como el ingeniero pueden forzar el proceso y alterar completamente el fenómeno natural: tal es el caso de los trasplantes en cirugía o el de transformaciones

químicas y ciertos procedimientos terciarios en saneamiento. Pero éstos son casos de excepción, al menos por el momento.

La depuración al principio se había dejado siempre a cargo únicamente de la Naturaleza. El primer efecto de un vertido en un curso o masa de agua es su dilución y sedimentación. En las aguas diluidas la demanda bioquímica de oxígeno es fácilmente reducida gracias a la abundancia de oxígeno disuelto en la masa de agua del medio receptor. Las bacterias de origen entérico mueren en un medio muy adverso a ellas y son fáciles presa de los fagos y depredadores. Los fondos depositados se reducen aerobiamente, en tanto hay oxígeno disuelto disponible; y cuando éste es escaso o desaparece, se degrada anaerobiamente y se estabiliza mineralizándose. El agua autodepurada naturalmente no llega a recuperar nunca su pureza inicial: en su constitución va quedando siempre un resto de sustancias minerales disueltas que son inocuas, pero que pueden darle un contenido de proporciones elevadas si las descargas son abundantes y las aportaciones de agua nueva limpia no son suficientes.

2.7. *Depuración Artificial.*

Métodos convencionales

Al aumentar las descargas residuales se disminuye con el tiempo la capacidad reductora del medio receptor y llega un momento en que se hace necesario rebajar la carga polucionante mediante tratamientos previos al

vertido. Ya se ha hecho referencia al proceso seguido por los procedimientos de depuración hasta que se llegó a los dos sistemas básicos de tratamiento biológico que son los percoladores y los fangos activados. Ambos sistemas, aunque enormemente diferentes, en el fondo tiene una base común: el agua residual bruta sufre un tratamiento primario por sedimentación en el que se separan todas las materias en suspensión fácilmente decantables, obteniendo un fango primario en el que se ha concentrado gran parte de la polución, y un efluente primario, que es un agua residual bastante depurada, pero aún con una importante carga orgánica y bacteriológica patógena. Para mejorar este efluente se le pone en contacto prolongado con una masa biológica formada por bacterias aerobias muy activadas gracias a una aireación facilitada o forzada. Estas bacterias activadas mezcladas profusamente con el agua a tratar producen dos efectos: en primer lugar, sintetizan abundante materia orgánica, de la que están muy ávidas, la transforman en materia celular y se reproducen intensamente, con lo cual se va aportando la masa biológica que se precisa para continuar el proceso; en segundo lugar, las bacterias se aglomeran formando flóculos que absorben materias en suspensión y absorben sustancias disueltas.

Si el agua floculada se pasa a otro tanque de sedimentación (secundario), en él se decantan los flóculos en el fondo y por la superficie se saca el agua que constituye el afluente clarificado de la planta.

Los dos fangos, primario y secundario, juntos, se han de estabilizar y ello se lleva a cabo por un procedimiento anaerobio en unos tanques cerrados que se llaman digestores.

Como resultado del tratamiento, si todo ha marchado bien, se obtiene un agua clara y depurada (aunque muy lejos de poder ser reutilizada directamente), y un fango estabilizado e inerte. El agua depurada es la que queríamos obtener, pero el fango constituye el gran problema actual de las plantas de tratamiento. El fango tiene un contenido enorme de agua y para poderlo manejar hay que desecarlo. El procedimiento tradicional de desecación era la evaporación y filtración al aire libre, pero eso exige grandes superficies y es un proceso lento. La desecación artificial, por vacío, centrifugación, etc., es costosa, tanto en equipo como en mantenimiento. Y al final se obtiene un producto seco que tiene ciertas propiedades útiles como humus y hasta es un poco fertilizante para la agricultura; pero la verdad es que nadie lo quiere y o bien hay que llevarlo a vertedero, o bien hay que incinerarlo, que es un método radical, pero que aún representa un coste adicional más el tratamiento.

El funcionamiento de las plantas biológicas que tratan aguas domésticas corrientes no es complejo, pero como se ha visto necesita un control continuo de la recirculación de agua en los percoladores y de fango activado en este otro procedimiento para mantener en ambos la masa activa biológica

necesaria. La digestión precisa también de un control permanente.

Ahora bien, cuando el agua residual urbana viene mezclada con descargas industriales de características diferentes de las orgánicas domésticas, el equilibrio y el mantenimiento de la masa biológica activa se altera. Las bacterias específicas que se habían creado y se habían adaptado a su triple misión de sintentizar materia orgánica, de flocular absorbiendo más elementos en suspensión y, finalmente, de decantar en el sedimentador secundario, ven su labor dificultada si la proporción de sustancias extrañas es pequeña; su actividad se reduce si las sustancias son parcialmente inhibidoras; y, por último, pueden desaparecer totalmente si la situación se prolonga o si la descarga es suficientemente tóxica. A estos efectos hay que tener en cuenta que, aunque la causa desaparezca, la regeneración de la masa activa biológica y el establecimiento del ciclo exige un largo período de tiempo durante el cual la planta queda inactiva a efectos prácticos.

Como ya se vio anteriormente, las descargas industriales pueden impedir un ciclo biológico constante y seguro y hay que recurrir entonces a la floculación química. En ella la floculación se produce por la reacción de la alcalinidad propia (o provocada con cal) del agua residual con un floculante como los sulfatos de alúmina o ferroso. La cantidad y tipo del floculante suele depender del pH, y la adición puede modificarse de modo prácticamente continuo en función de las ca-

racterísticas momentáneas del agua influente. Por consiguiente, el sistema puede considerarse seguro desde el punto de vista de producción de un efluente claro. Además, la floculación química, contra lo que se creía hasta hace muy poco, es capaz de absorber no sólo materias en suspensión, sino también muchas otras sustancias disueltas que no sería capaz de retener una floculación biológica convencional; tal es el caso de los compuestos de fósforo y nitrógeno que, como nutrientes, hay que eliminar cuando el efluente pueda producir la eutrofización de la masa de agua receptora.

¿Cuál es, pues, la razón de que la floculación química no haya desplazado definitivamente a los tratamientos biológicos? La respuesta es clara y rotunda: porque el tratamiento químico es más caro de primer establecimiento; porque las bacterias trabajan gratis, en tanto que los coagulantes cuestan dinero y precisan almacenarse y consumirse en cantidades relativamente elevadas; y, por último, porque los fangos son más voluminosos y aun cuando fueran digeribles contienen una gran proporción de materia inerte, no biológica, cuya eliminación es más engorrosa y difícil que la de los fangos biológicos.

3. REPLANTEO DEL PROBLEMA DESDE UN PUNTO DE VISTA PRACTICO Y ECONOMICO

Salvo casos muy especiales de intensa evaporación o de gran permea-

bilidad del terreno, el vertido y descarga de aguas residuales se produce siempre en ríos, en lagos o en el mar. Cuando la capacidad de la masa receptora es suficientemente grande y su renovación está asegurada, no hay inconveniente en encomendar a esa masa receptora la autodepuración, siempre que se tomen las medidas oportunas para que la difusión sea efectiva, no se produzca ninguna polución visual y no exista contaminación bacteriológica o química que sobrepase los límites aceptables.

Si las condiciones naturales que se precisan, según se han indicado más arriba, no existen; o bien si los medios artificiales de difusión del agua vertida son prohibitivos; entonces no hay más remedio que recurrir a los tratamientos artificiales de depuración.

Existen casos en que la capacidad del medio receptor es nula: tal es el caso de un vertido en un cauce seco, o el caso de tener que reutilizar directamente el efluente (por economía o escasez de agua). En tales circunstancias el tratamiento ha de ser total y el grado de depuración el que exija su posible uso posterior.

En la práctica y con la reserva de algún caso muy concreto, los únicos medios receptores que permiten descargas residuales con completa garantía si se adoptan las técnicas oportunas son los mares abiertos.

Planteado un problema de lucha contra la polución existente o previsible, a consecuencia de vertidos de aguas residuales, antes de actuar directamente se precisa adquirir un co-

nocimiento profundo del problema y tomar las decisiones con sentido común y práctico sin dejarse llevar de otras influencias extrañas al problema. Supuesto que se cumplen las premisas anteriores cualquier solución será eficaz y los parámetros dominantes de la solución serán los costes de construcción y mantenimiento. Desgraciadamente de estos costes no pueden darse cifras que tengan solidez con carácter general, pero estadísticamente pueden darse datos orientativos, que es lo que vamos a hacer a continuación, pasando revista a los tres procedimientos que nos han servido de base a nuestra exposición.

3.1. *Costes de los Tratamientos Convencionales*

No se incluyen en estos tratamientos los de floculación química. En España existe información, incluso de origen oficial, sobre los costes de tratamiento biológico.

La característica principal de estos tratamientos es que el coste por habitante servido es elevado en las plantas pequeñas y decrece rápidamente al aumentar la población. En cualquier caso el coste final depende de factores tan importantes como los siguientes:

- a) El coste de los terrenos necesarios y la calidad del suelo que puede obligar a efectuar cuantiosas cimentaciones.
- b) La calidad del agua a tratar y el grado de depuración que se exija.
- c) La concepción de las instala-

ciones, ya que los procedimientos convencionales tienen múltiples variantes modernas que si bien automatizan y mejoran los resultados, exigen instalaciones más costosas y personal especializado.

d) La forma de contabilizar los datos. En efecto, no es lo mismo dar los costes de construcción y los de funcionamiento, que añadir a ellos la amortización del dinero, su interés y, a veces, el beneficio del concesionario cuando se utiliza este método de contratación.

Contando con todas estas salvedades se pueden admitir los siguientes orden de magnitud, sin incluir el coste de los terrenos:

Costes por habitante. Pesetas		
N.º de habitantes	Construcción	Mantenimiento/ Año
10.000	1.000	150
50.000	550	100
100.000	500	80
200.000	450	75
500.000	340	68

3.2. *Costes de Tratamiento con Estanques de Estabilización*

Tampoco se tienen en cuenta en estos costes los de los terrenos, los cuales, como ya se indicó, han de ser siempre de menor cuantía.

La enorme variedad de criterios que existe para el proyecto de estos estanques hace difícil hacer estimaciones estadísticas. Además, no se tiene no-

ticia de un solo estanque construido en España. Los estanques han sido utilizados en unos 40 países, algunos tan avanzados técnicamente como Succiá, Canadá, EE. UU. y Alemania occidental, pero de ellos hay cuatro países que los han experimentado sistemáticamente: África del Sur, Israel, EE. UU. y la India. De los datos publicados por ellos se puede deducir, en primer lugar, que contrariamente a lo que ocurre en las plantas convencionales el coste por habitante, tanto en construcción como en mantenimiento se mantienen muy constantes cualquiera que sea su tamaño. Lo que ya es más difícil deducir es cuáles serían esos costes en España y puestos en pesetas. No obstante, es posible hacer una estimación basándose en los datos que se tienen en dólares aplicándoles un coeficiente que los equipare al que resulte de las diferencias de coste de plantas convencionales de los que se disponen datos en aquellos países y también en España.

De este modo se llegaría a que para poblaciones no menores de 1.000 habitantes los costes serían:

- de Construcción, 225 ptas. por habitante.
- de Mantenimiento, 20 ptas. por habitante y año.

3.3. Costes de Vertidos en el Mar

En el supuesto de que una aglomeración sea litoral o esté lo suficientemente próxima a la costa, y que se

presenten las condiciones favorables que se precisan, puede pensarse en efectuar de forma efectiva la descarga de aguas residuales en el mar.

Los factores que afectan un vertido en el mar son aún más numerosos y variables que en el caso de las plantas convencionales. Realmente, un vertido en el mar depende menos del número de habitantes que cualquier otro sistema de tratamiento. Sin embargo, en España debe haber en estos momentos unos 200 en explotación, y ésta es ya una cifra de las que se pueden sacar estadísticas, naturalmente siempre que se cumplan las condiciones con que se ha iniciado este apartado.

Incluyendo un tratamiento de eliminación de sólidos superiores a 1 mm, pero sin sedimentación previa, los costes de vertidos a precios actuales serían:

Costes por habitante. Pesetas		
N.º de habitantes	Construcción	Mantenimiento/Año
10.000	250	23
20.000	230	15
50.000	220	8
100.000	215	6
200.000	210	5

4. A MODO DE CONCLUSION

En esta rápida visión del problema de la polución de las aguas y de la lucha para prevenirla y remediarla hemos podido comprobar que, aunque

quizá con demasiado retraso, vamos a conseguir al fin disponer de un Plan General de saneamiento en el Plan de Desarrollo y de la Ley de Administración Local. Todo ello unido a legislación y reglamentación vigente permite comenzar a actuar de modo eficaz y en forma general. Pero ni nuestras leyes son tan perfectas ni las previsiones financieras son tan amplias que nos den la opción de desperdiciar ni un solo céntimo; por otro lado, no podemos empezar ahora a adquirir experiencia y a formar personal a base de años de los trabajos de rutina que nos llevan los países experimentados y avanzados en las técnicas de tratamiento y eliminación de las aguas residuales.

Nosotros no podemos permitirnos el lujo de equivocarnos: en cada caso hemos de meditar bien lo que hacemos para que la probabilidad de errores alcatorios sea mínima.

Y, sin embargo, nos encontramos en condiciones de inferioridad en relación con países mucho menos técnicamente desarrollados que nosotros. Mientras Sur Africa, India, Venezuela, etc., tienen facultades de Ingenieros Sanitarios, nosotros tenemos sólo una

asignatura de esa disciplina en la Escuela de Caminos y este año por segunda vez estamos dando un Curso para postgraduados. No tenemos prácticamente especialistas de grado superior y mucho menos técnicos de grado medio y operadores que sean capaces de proyectar, explotar y operar una planta de tratamiento.

Por el momento no parece que en la compleja reorganización de la Enseñanza en España se haya tenido en cuenta esta deficiencia. Es de suponer que la decidida intervención del Estado en la materia de la polución del medio ambiente remediará esta situación. Pero mientras tanto, nosotros, los que vivimos y nos sentimos desde hace muchos años ligados al problema, hemos de proseguir en nuestro empeño con la mirada bien puesta en dos objetivos que a mi juicio son esenciales en este momento crucial: Uno es formar personal idóneo; el otro es velar por el mejor aprovechamiento de los recursos económicos disponibles y evitar cuanto esté en nuestra mano que lo que está destinado a resolver un problema vital no se desvirtúe y se desvíe del objeto para que fue previsto.

DISCUSION

Dr. J. Llansó de Viñals. — En este momento, se puede ver en España que hay un verdadero ambiente. Realmente, yo coincido completamente con lo que ha dicho Fernando Josa, o sea no se trata de que salgan artículos en los periódicos, sino que se haga una labor constructiva. Yo creo que se va por este camino. Creo que estamos bien encaminados.

Ahora, hay un problema que quizás es el fundamental, que es: decir ¿qué

valor damos a la contaminación del agua? Evidentemente la contaminación del agua, tener el agua limpia supone un sacrificio, un sacrificio económico. Recientemente, por ejemplo, se ha visto también en el periódico que la Cámara de Comercio e Industria de Barcelona ha puesto un poco los puntos sobre las íes, diciendo que el sobre coste que supone mantener el ambiente limpio, la atmósfera limpia, el agua limpia, hasta qué punto puede ser sacrificado al objetivo éste de la defensa del ambiente?

Yo creo que aquí, en este punto, o sea en tomar la decisión de que tener el agua limpia cuesta tanto al país, o tener la atmósfera limpia cuesta tanto, es una cosa que puede contribuir mucho a poner en marcha toda esta lucha.

Dr. F. Josa. — Para mí, el problema más grave es la falta de sentido práctico y común por falta de experiencia. Porque en España ahora, se han publicado, en el curso de los últimos años, una serie de artículos que están estupendamente bien escritos, y casi casi se llega a aprender lo que es una estación de depuración. No sé si se acordarán de estos artículos...

El problema que yo quisiera exponer es el que se plantea en España al tener que gastar en cuatro años, según el Plan de Desarrollo, unos 25.000 millones de pesetas. La técnica de la depuración de aguas residuales no es un tema bien conocido en España y falta mucha experiencia. Existe el peligro de malgastar el dinero construyendo plantas de tratamiento inadecuadas al agua a tratar; el mundo está lleno de tratamientos biológicos en los que los microorganismos no pueden desarrollarse adecuadamente y el rendimiento de la depuración es bajísimo y, por consiguiente, el dinero invertido está muy mal empleado.

De modo que el problema que veo grave, el problema que a mí me gustaría ver cómo se podría enfocar, es el que los que proyectan se decidan por una cosa y adopten el sistema que deben adoptar. Ya hemos dicho que la depuración química, que es el procedimiento de efecto más seguro, es cara, porque exige unos consumos elevados de coagulantes, y además produce un volumen mayor aún de fangos que las plantas biológicas.

Luego hay otro problema que es esencial: al depurar se produce un agua effluente que podemos suponer que es aceptable; pero ello se consigue a base de producir unos fangos en los que se concentra prácticamente toda la polución. Los fangos son difíciles y lentos de estabilizar; pero si gracias a una digestión y un espesamiento para reducir su volumen se llega a obtener un producto inerte y manejable, resulta que nadie lo quiere y está comprobado que entre los agricultores, con los que se contaba para que lo utilizaran como humus, el resultado ha sido negativo.

El tratamiento de las aguas residuales tiene, pues, dos aspectos.

- 1.º El de invertir en una cosa que luego funcione bien.
- 2.º El saber qué vamos a hacer con los fangos que vamos a producir.

Dr. Luis Miravittles Millé. — Hay una cosa que conoce perfectamente bien todo Barcelona, se conocen los caudales de aguas potables, el señor Josa conoce las costas, conoce las residuales, conoce el mar... quisiera preguntar al señor Josa a ver si puntualiza lo que se podría hacer en Barcelona.

Yo recuerdo que se había pensado en tres procedimientos para reciclar las aguas depuradas: destinándolas a la agricultura, o bien a la industria, o bien a la recarga del acuífero. Pero resulta que las aguas de abastecimiento del Llobregat llevan tantas sales disueltas que incrementadas con los productos residuales resultarían prácticamente irreutilizables. Por otro lado, la distribución para la industria precisa de una segunda red de tuberías de suministro, lo cual es impracticable... ¿Cómo está la situación actual? ¿Qué piensa la administración? Todavía no se sabe.

Dr. Francisco Hernández Gutiérrez. — El problema que nos ha presentado maravillosamente el doctor Josa, más complicado de lo que se deduce de lo que él nos ha dicho hasta hoy, es que están apareciendo fenómenos nuevos, y complicaciones de resultados todavía impensables, que van a obligar probablemente a modificar muchas de las condiciones que se estiman hoy necesarias para recuperar el agua que, en cantidad finita, no lo olvidemos, disponemos.

Entre estos factores nuevos que han aparecido estos últimos tiempos, figuran los contaminantes, o los polucionantes, o los polutantes, no sabemos cómo se llaman todavía, contra los cuales no hemos podido todavía luchar. Nos referimos a los detergentes no bio-desgradables, a los fosfatos que producen complicaciones, a los productos radioactivos, a las cantidades pequeñísimas de metales sumamente tóxicas que no se habían encontrado nunca en el agua, porque no había motivo especial para buscarlas, y que hoy, como ocurre por ejemplo con el mercurio, aparecen en todas partes, en condensaciones pequeñísimas, que, a través de esta escala zoológica, de la que no se hablaba hace pocos años, van a parar al final al hombre y a los animales, que sirven de alimentos para el hombre.

Estos son problemas nuevos que no pueden resolverse, a nuestro juicio, por lo menos, por los procedimientos a los que nos estamos refiriendo ahora, de depuración de aguas, de acuerdo con los estudios y con la experiencia que tenemos hasta ahora.

No hace mucho, leíamos en Londres que han aparecido en el Támesis, hormonas anti-conceptivas, en cantidad suficiente para, previo un proceso de concentración, ser detectadas.

En Canadá, a la salida del San Lorenzo, en el sur del Japón, ha habido una serie de accidentes graves, gravísimos, producidos por mercurio, que no se encontró en el agua. Ha sido preciso volver atrás y estudiar todo el funcionamiento de esta escala biológica a la que nos referíamos, para darnos cuenta de que fracciones de micro-gramo de mercurio, incluso por m^3 , son retenidas por algas o por microbios, por micro-organismos incluso patógenos o no, que son digeridos por animales superiores, pasan a través de los crustáceos pequeños, de los crustáceos mayores, de los peces pequeños, de los peces mayores, y se van acumulando, en proporción cada vez superior; a medida que vamos subiendo en esta escala, hasta que las gaviotas, por ejemplo, o los peces de cierto tamaño, mueren todos, intoxicados por mercurio. En ellos se encuentra mercurio en cantidades enormemente superiores a las que se hubiera podido imaginar que había en el agua, en la que, por los procedimientos ordinarios de análisis, era imposible encontrarlos.

Son estos problemas que se han descubierto ahora, recientemente, en el Mediterráneo. Se han producido también, como decíamos antes, en el sur del Japón, que fue el primer punto donde se observó este fenómeno, y nos estamos dando cuenta de que esto, y los hidrocarburos que van a parar al mar en la limpieza de fondo de los barcos, que no hay modo, por lo visto, de conseguir que no ocurra, en cantidades pequeñísimas, originan efectos y consecuencias que se salen de todas las que podíamos evitar por los procedimientos de tratamiento a que nos estamos refiriendo, y que son los que estamos estudiando, y los que creemos se van a aplicar en los próximos años.

Queremos decir con esto, o queremos indicar, la conveniencia, la necesidad tal vez de que, en la sesión segunda del profesor Josa, estupenda, en relación con esto, se prolongue con otras en las que se contemple el problema a partir de estos valores que podríamos señalar como límite, que están en la línea de tierra, por encima, previniendo lo que puede ocurrir en los próximos años.

Dr. F. Josa. — Al doctor Miravittles, la pregunta es difícil de contestar porque se trata de una cuestión bastante política. ¿Por qué se depura el agua? ¿Qué fines se van a conseguir con la depuración del agua? ¿Se depurará para rentificarla y compensar la escasez de recursos propios de Barcelona? El doctor Miravittles sabe muy bien que la escasez del agua de Barcelona, que no es tal escasez, porque en Barcelona llueve exactamente igual, por año, que en Estocolmo, unos 600 mm; lo que pasa es que en Estocolmo el agua queda retenida y en Barcelona se escurre rápidamente hacia el mar. De todas maneras y en resumidas cuentas, en Barcelona no podemos disponer por nosotros mismos de agua a lo largo de todo el año.

Barcelona y la zona mediterránea hay que considerarla como un país semi-árido, y en tal sentido parece que habría que intentar recircular por todos

los medios. Pero en realidad, el Ministerio de Obras Públicas hizo una evaluación global de los recursos del país, y la España continental es auto-suficiente, haciendo los embalses y trasvases suficientes para alimentarse. De esto, siento no haber traído hoy la documentación, pero existe una publicación del Ministerio, en la cual se ve perfectamente que hay unas zonas como la del Duero, todo el norte de España, la cuenca del Ebro, etc., que son auto-suficientes. Hay una que es un poquito deficitaria, pero prácticamente no hace falta contar con ella, que es la cuenca del Guadalquivir. Y hay tres cuencas, que son la del Júcar, la del Segura y el Pirineo Oriental que son enormemente deficitarias.

Ahora bien, con las obras del trasvase Tajo-Segura se van a llevar las aguas que sobran del Tajo, y se va a regar parte de la zona sur de la costa mediterránea. Por otro lado, de la desembocadura del Ebro, bombeando, se pueden alimentar con 1.000 hm³ toda la zona de Cataluña y toda la zona del Júcar. De modo que prácticamente, en España, la utilización del agua residual, por el momento, no es necesaria, porque con aguas de ríos relativamente buenas, se puede suministrar a España agua, y no obligar a reutilizar las residuales en cuestión.

Además, ocurre que uno de los errores en que se cae es creer que la reutilización es una cosa fácil; pero en realidad es una cosa muy difícil y muy costosa. Y en esto no hemos caído nosotros solos, sino que otros señores, como por ejemplo en la ciudad de Manila, se empeñaron en hacer un estudio de reutilización de las aguas, y cuando el consulting americano de estos estudios les dijo: "Señores, si a ustedes les llueve en Manila, durante la época húmeda de los monzones, 4 metros de altura de agua, y tienen al lado una laguna que se llama la Laguna de Bay, que es de una capacidad imponente, no piensen ustedes en recuperar el agua, porque por muy moderna, y por muy eficiente que sea la recuperación del agua, en este caso es innecesario."

Aparte de todo esto, el que se recuperen las aguas residuales en Barcelona, y se utilicen para la recarga del acuífero, que ya han visto que es muy difícil, habría que llegar a una depuración mucho más pulida de la que nosotros podemos pensar por el momento.

Por lo que se refiere a lo que ha dicho el doctor Fernández Gutiérrez, la cuestión de las trazas de estos metales pesados, que empieza a preocupar a todo el mundo. De todas maneras, los problemas graves, como éste que se ha citado de la bahía del Japón, son problemas muy concretos; es decir, no se pueden generalizar los casos especiales. El problema de la Bahía de Minimata en el Japón ha dado mucho que hablar. En realidad se trata de una bahía muy cerrada en la que hay una industria que vertió una cantidad de mercurio muy pequeña, pero de forma continua. Como ocurre con muchos lagos, todo lo que se vierte en esta bahía se queda allí por años y años, pudiéndose concentrar relativamente ciertas sustancias. Los peces, que nadaban por esa bahía, acaba-

ban intoxicándose, y además adaptándose al medio, llegaban a tener una gran concentración de mercurio en su cuerpo. Los peces no se morían, pero en cambio, como saben ustedes muy bien, la dieta de los japoneses es a base de arroz y de pescado. Murieron muchas personas y se creó un problema sanitario y social.

Existen pues tales problemas concretos, pero entonces no hay que atacarlos en el agua toda ella mezclada y contaminada, sino que son las industrias las que deben cumplir con las Ordenanzas y el Reglamento de actividades molestas, insalubres y peligrosas, en cuyo caso, si tales industrias, conociendo su problema concreto, eliminaran de los vertidos estas trazas y desaparecerá el problema general. Lo que no se puede, y complica enormemente las plantas municipales, es que unos señores hagan unas descargas sueltas, o muy ácidas, o muy básicas, o con metales pesados o tóxicos en general y estropeen toda la depuración del resto de la población.

Hay pues un problema que es el problema general de la contaminación del medio, y luego hay problemas particulares de contaminación muy concretos. Estas fuentes de contaminación son más fáciles de resolver, porque en último extremo uno de los procedimientos es cerrar la fábrica.

Esto dificulta el control, que es el que establece por ejemplo Llanos en los ríos y el que vigila el servicio de alcantarillado de Barcelona en las industrias de la ciudad. Si da la coincidencia de que se hace una descarga nociva en el momento en que hacen la toma de muestras, se puede detectar la infracción, pero si no ocurre esa casualidad, la detección no es posible. Las industrias tendrían que tener un detector continuo, un monitor, que transmitiera continuamente y diera el resultado instantáneo. Un método que, en general, da buenos resultados es reunir los desagües a lo largo de un día, con lo cual se homogeneiza el effluente y suele quedar muy neutro. Esta homogeneización es muy práctica siempre como pretratamiento.

Dr. F. Hernández. — Hemos tratado de estudiar la acción del mercurio en el Mediterráneo latino, y no hemos podido establecer todavía una norma, pero prácticamente siempre se detecta mercurio que se halla en todas partes, repartidísimo, fantásticamente repartido. A través de la escala biológica, el mercurio tiene cada vez mayor importancia. Creo que éste es un problema que debe ser estudiado.

Prof. Pedro Domingo (Presidente). — Después del brillante trabajo que hemos escuchado y de las aportaciones que han hecho distintas personas a esta cuestión, lo que procede es lo siguiente: Que la Junta de la Academia se reúna para redactar un corto dictamen, y efectuar una petición oficial en la que se haga mención de lo que hemos trabajado hoy, es decir que tengan cons-

ciencia oficial de lo que se ha dicho aquí, para que las autoridades tengan conocimiento oficial. Estas autoridades, naturalmente, habrán de ser el Ministro de la Gobernación, por cuanto hace referencia a las cosas de sanidad, el Ministro de Educación y Ciencia, por lo que respecta a estos técnicos que se tendrán que preparar donde sea, al Ministro de Obras Públicas, por todas las cosas que le corresponden muy concretamente.

Es decir, creo que al nivel de Academia, la Rcal Academia de Medicina de Barcelona no puede estar sorda a lo que aquí se ha dicho. Lo que ustedes en su sensibilidad señalan como un problema, la Academia lo comprende también como un problema público, en el cual debe participar.

Entonces, la primera cosa que debe hacer, es hacerse eco de esto, y hacerse eco, dirigiéndose, en el tono que corresponda, para que sea efectivo y que pueda rendir al mismo tiempo lo que se desca de ellas, para dirigirse a las autoridades, haciéndoles comprender que esto es un problema que se agravará más, primero, que tiene soluciones, segundo, que estas soluciones son diversas, tercero, que no habrá más remedio que resolverlas en la forma seria que se pueden resolver, que es a base de que intervengan en ellos las personas que en el orden técnico se encuentran capacitadas para intervenir.

Quizá por esto, lo primero, como decía muy bien el señor Josa, es que tengamos a nuestra disposición a estas personas que han de trabajar en estos asuntos, primero quizás en una forma un poco discreta, después, poco a poco, según una planificación que lleve esto que hoy hemos comprendido, a una utilidad práctica.

De manera que si el señor Josa nos da permiso, nosotros le citaremos para una reunión con nuestra Junta de Gobierno, y entonces quizá planearemos, como ya se ha pedido, otra reunión, a base de unas conclusiones previas que se habrán preparado, y que servirán ya para que discutamos más concretamente esta cuestión, si a ustedes les parece bien así.

¿Les parece bien así? ¿Nadie tiene que decir nada en contra de lo que acabo de señalar?

Se levanta la sesión. Muchas gracias.

INDICE

1. PREAMBULO	244
2. PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA CUESTION	245
2,1. Los orígenes del Saneamiento	245
2,2. Evolución inicial del Saneamiento y de la lucha contra la polución en España	246
2,3. Los vertidos en el mar y los estanques de estabilización	247
2,4. La actuación de la Administración desde 1960	252
2,5. La lucha contra la polución a escala mundial	257
2,6. Los métodos de tratamiento. Generalidades y autodepuración	257
2,7. Depuración artificial. Métodos convencionales	258
3. REPLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DESDE UN PUNTO DE VISTA PRACTICO Y ECONOMICO	260
3,1. Costes de los métodos convencionales	261
3,2. Costes de tratamientos en estanques de estabilización	261
3,3. Costes de vertidos en el mar	262
4. A MODO DE CONCLUSION	262
<i>Discusión</i>	263